(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 546 517**

(51) Int. CI.:

F03D 9/00 (2006.01)
F03D 3/02 (2006.01)
F03D 3/04 (2006.01)
F03D 3/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2011 E 11822882 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015 EP 2655874**

(54) Título: **Rotor de energía eólica y método de generación de energía con dicho rotor**

(30) Prioridad:

22.12.2010 DE 102010055687

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.09.2015

(73) Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (100.0%)
Willy-Messerschmitt-Strasse 1
85521 Ottobrunn, DE

(72) Inventor/es:

SEIFERT, JOST

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Rotor de energía eólica y método de generación de energía con dicho rotor

La presente invención se refiere a un rotor de energía eólica, a una instalación de energía eólica, a la utilización de un rotor de energía eólica en una instalación de energía eólica así como a un procedimiento para la conversión de energía eólica en energía de accionamiento para la generación de corriente eléctrica.

Para poder utilizar energía eólica, por ejemplo para la generación de energía eólica, se utilizan rotores, que son desplazados en rotación a través del viento y en este caso accionan, por ejemplo, un generador. Al menos una parte de la energía eólica es convertida en este caso en energía eléctrica. Otro campo de aplicación de rotores son instalaciones de energía eólica para la ejecución de trabajo, como por ejemplo para fines de bombeo o de transporte. En conexión con la utilización de fuentes de energía, tiene una importancia cada vez mayor también la utilización de energía eólica.

El documento WO 2006/039727 se ocupa de turbinas eólicas con eje vertical y muestra un rotor, que está equipado con una pluralidad de láminas verticales, que están dispuestas entre dos discos de forma circular y un árbol que se extiende en el centro. El rotor está provisto sobre un lado relacionado con la dirección de la circulación del viento con instalaciones de desviación de la circulación del aire, para desviar el viento lateral en la dirección de las láminas que actúan como palas, para elevar de esta manera le eficiencia. Las instalaciones de protección que repelen el viento sirven no sólo para la protección del viento de las láminas que giran en sentido contrario a la dirección de la circulación del viento (al menos sobre uno de sus lados), sino también para desviar la circulación de aire útil en esta zona sobre el rotor.

Un cometido de la presente invención consiste, por lo tanto, en proporcionar un aprovechamiento lo más eficiente posible de la energía eólica.

Este cometido se soluciona por medio de un rotor de fuerza eólica, una instalación de energía eólica, la utilización de un rotor de energía eólica en una instalación de energía eólica así como a través de un método para la conversión de energía eólica en energía de accionamiento para la generación de corriente eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones independientes. Las formas de realización ejemplares se representan en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, está previsto un rotor de energía eólica, que presenta una primera instalación de rotor y una segunda instalación de rotor. La primera instalación de rotor se gira alrededor de un primer eje de rotor y presenta al meno dos palas de rotor, que se mueven sobre una trayectoria circunferencial alrededor del primer eje de rotación. Las palas del rotor están dispuesta de tal forma que describen durante la rotación alrededor del primer eje de rotación una primera superficie envolvente virtual de un primer cuerpo de rotación virtual. La segunda instalación de rotor se gira alrededor de un segundo eje de rotación y presenta un segundo cuerpo de rotación con una segunda superficie envolvente cerrada. El segundo cuerpo de rotación está dispuesto, al menos parcialmente, dentro del primer cuerpo de rotación virtual. La primera instalación de rotación puede ser accionada a través del viento en una primera dirección de rotación para la conversión de la fuerza eólica en una fuerza de accionamiento, y la segunda instalación de rotación presenta un dispositivo de accionamiento y se puede accionar en una segunda dirección de rotación, que se extiende opuesta a la primera dirección de rotación.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención, la segunda instalación de rotor está instalada para provocar una desviación de una circulación de aire provocada a través del viento dentro de la primera instalación de rotación sobre el lado alejado del viento en contra de la primera dirección de rotación.

Por ejemplo, la desviación en al menos una de las palas del rotor de la primera instalación de rotor provoca un ataque de la circulación, que genera un avance adicional y, por lo tanto, un par motor de accionamiento adicional.

A través de la rotación del cuerpo de rotación interior, es decir, del segundo cuerpo de rotación, se genera un efecto-Magnus, que conduce a una desviación de una circulación de aire que circula por delante. A través de la desviación del aire o bien de la desviación de la circulación de aire se expone una pala de rotor, que se encuentra en virtud de una rotación progresiva ya en la zona alejada del viento de la trayectoria de rotación, adicionalmente a una circulación del aire, de manera que se genera un avance correspondiente y se provoca una rotación de la primera instalación de rotor. La desviación provoca, por lo tanto, que una pala de rotor que se encuentra en la zona trasera sea expuesta a una circulación del viento adicional, de manera que a través de esta circulación circunferencial adicional de la pala de rotor se puede generar un avance correspondiente, que está disponible como fuerza de accionamiento adicional. De esta manera se proporciona un rendimiento mejorado.

La desviación provoca, además, una propiedad de arranque mejorada del rotor de fuerza eólica, El rotor de fuerza eólica de acuerdo con la invención arranca ya a velocidades reducidas del viento, en comparación con soluciones sin el segundo rotor, es decir, interior. La desviación sirve, por decirlo así, como ayuda de arranque. Por lo tanto, se pueden utilizar ya velocidades del viento relativamente bajas, en las que otros rotores no pueden ser ya

accionados.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención, el primer eje de rotación es un primer eje de rotación vertical y el segundo eje de rotación es un segundo eje de rotación vertical.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar alternativa de la invención, el primer eje de rotación es un primer eje de rotación horizontal y el segundo eje de rotación es un segundo eje de rotación horizontal.

Por ejemplo, el primer eje de rotación y también el segundo eje de rotación pueden estar configurados como ejes de rotación que se extienden oblicuos o bien inclinados con respecto a la horizontal y la vertical.

Los conceptos “vertical” y “horizontal” se refieren al estado montado, es decir, el estado de funcionamiento.

Por ejemplo, el primero y el segundo eje de rotación se extienden paralelos entre sí. El primero y el segundo eje de rotación pueden estar dispuestos también concéntricamente, es decir, que el primer eje de rotación corresponde en su posición al segundo eje de rotación.

Estas variantes de realización mencionadas se refieren tanto para ejes de rotación verticales, como también horizontales o inclinados, lo que afecta especialmente también a los ejemplos de realización mencionados a continuación y también a las forma de realización descrita con la ayuda de las figuras.

El primero y el segundo eje de rotación se pueden extender también desplazados entre sí, estando configurado el desplazamiento de tal manera que el segundo cuerpo de rotación está dispuesto durante la rotación alrededor del segundo eje de rotación, al menos parcialmente, dentro del primer eje de rotación virtual, y en particular no contacta o cruza la primera superficie envolvente virtual.

El desplazamiento puede ser regulable por medio de un dispositivo de ajuste, por ejemplo, en función de la intensidad del viento o también de la dirección del viento.

El primer eje de rotación se puede extender también inclinado con respecto al segundo eje de rotación, de manera que la inclinación puede estar configurada de tal forma que el segundo cuerpo de rotación está dispuesto durante la rotación alrededor del segundo eje de rotación, al menos parcialmente, dentro del primer cuerpo de rotación virtual, y en particular no contacta o cruza la primera superficie envolvente.

La inclinación de los dos ejes de rotación entre sí puede estar configurada igualmente de forma regulable por medio de un dispositivo de ajuste de la inclinación.

Las palas del rotor giran durante la rotación alrededor del segundo cuerpo de rotación, al menos parcialmente, es decir, que al menos una sección parcial del segundo cuerpo de rotación es rodeado por las palas del rotor.

Las palas del rotor presentan, respectivamente, una dilatación longitudinal, y se extienden en la dirección del primer eje de rotación, de manera que el concepto “en dirección” se refiere a que la dilatación longitudinal se realiza entre el primer punto y un segundo punto, de manera que la línea de conexión del primero y del segundo punto presenta una componente de la dirección, que se extiende paralelamente al primer eje de rotación.

Las palas del rotor se pueden designar también como hélices, que son accionadas por el viento.

Las palas del rotor pueden estar configuradas fijas estacionarias con respecto a la posición angular tangencial, es decir, que no modifican su posición angular durante la rotación.

En particular, las palas del rotor presentan una sección transversal simétrica. De acuerdo con otro ejemplo de realización, las palas del rotor presentan una sección transversal simétrica de las aletas con un primer canto que termina en punta y un segundo canto configurado redondo, de manera que el segundo canto está dispuesto delante en el sentido de giro.

Pero las palas el rotor pueden presentar también una sección transversal de la aleta con curvatura. La curvatura se puede realizar, por ejemplo, también a través de una trampilla móvil en el canto delantero de la aleta o canto trasero de la aleta.

Además de la variante mencionada con dos palas de rotor, pueden estar prevista también tres, cuatro o más palas de rotor. Esto se refiere evidentemente también a las diferentes combinaciones de las características anteriores y descritas a continuación.

Las palas del rotor pueden estar divididas en segmentos de palas de rotor, de manera que los segmentos de palas de rotor pueden estar configurados de forma diferente, de modo que las palas de rotor están configuradas diferentes sobre toda la longitud.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar, la primera instalación de rotor presenta un rotor-Darrieus.

Por ejemplo, las palas de rotor están dispuestas en sus dos extremos, por ejemplo en el caso de que los ejes de rotación se extiendan horizontalmente, en los extremos laterales, más cerca del eje de rotación que en la zona entre los dos extremos.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención, las palas de rotor están dispuestas en sus dos extremos más cerca del eje de rotación que en la zona entre los dos extremos, de manera que las palas del rotor se proyectan en forma de arco hacia fuera.

Las palas del rotor pueden estar formadas de forma hiperbólica en dirección longitudinal, por ejemplo pueden presentar una forma de cadena (Cosinus Hyperbolicus).

Pero las palas del rotor pueden estar configurada recta en dirección longitudinal y se pueden extender paralelas al primer eje de rotación, o también inclinadas con respecto al primer eje de rotación.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención, las palas del rotor se extienden paralelas al primero y al segundo eje de rotación. Por ejemplo, las palas del rotor pueden estar configurada como rotor-Darrieus-H.

De acuerdo con otro ejemplo, las palas del rotor pueden estar dobladas también en forma de espiral.

El segundo cuerpo de rotación se puede proyectar parcialmente en dirección axial fuera del primer cuerpo de rotación. El segundo cuerpo de rotación se puede proyectar también en un extremo frontal o en ambos extremos frontales fuera del primer cuerpo de rotación virtual.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención, el segundo cuerpo de rotación está dispuesto totalmente dentro del primer cuerpo de rotación virtual.

El segundo cuerpo de rotación está dispuesto está dispuesto en este caso dentro de la trayectoria circunferencial del primer cuerpo de rotación.

La segunda superficie envolvente cerrada es una superficie circunferencial.

El segundo cuerpo de rotación puede presentar una sección transversal (diámetro) de forma circular constante sobre el segundo eje de rotación y pude formar un cilindro.

El segundo cuerpo de rotación puede presentar también un diámetro de forma circular que se modifica regularmente sobre el segundo eje de rotación y puede formar un tronco de cono.

El segundo cuerpo de rotación puede estar compuesto también por diferentes segmentos de tronco de cono y/o segmentos cilíndricos.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención, el segundo cuerpo de rotación presenta diámetros diferentes a lo largo del segundo eje de rotación.

El segundo cuerpo de rotación puede estar adaptado en su periferia a la primera superficie envolvente virtual, por ejemplo, puede formar una relación definida y/o una diferencia definida con respecto a ésta.

El segundo cuerpo de rotación puede presentar en una sección longitudinal a lo largo del segundo eje de rotación un contorno hiperbólico.

El segundo cuerpo de rotación puede estar dividido en segmentos, que pueden ser accionados a diferente velocidad.

El segundo cuerpo de rotación puede presentar en la zona de su primero y/o segundo extremo un disco extremo que se proyecta más allá de la segunda superficie envolvente. De manera alternativa o adicional, el segundo cuerpo de rotación puede presentar una pluralidad de discos, que están dispuestos entre los dos extremos, de manera que los discos presentan un diámetro mayor que uno o ambos segmentos vecinos de la superficie envolvente.

El dispositivo de accionamiento puede presentar un acoplamiento, por ejemplo un acoplamiento directo, de la primera instalación de rotor con la segunda instalación de rotor, de manera que está prevista una inversión de la dirección de rotación de la segunda instalación de rotor.

Por ejemplo, la fuerza eólica, que actúa sobre la primera instalación de rotor, puede accionar también la segunda instalación de rotor.

De acuerdo con otro ejemplo, puede estar prevista una ayuda de arranque, que apoya un arranque del rotor.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención, el dispositivo de accionamiento presenta una instalación de engranaje entre la primera instalación de rotor y la segunda instalación de rotor, de manera que la instalación de engranaje provoca, además, de la inversión de la dirección de rotación, una multiplicación de la velocidad de rotación.

La relación de multiplicación de la instalación de engranaje puede ser variable, por ejemplo de forma escalonada o sin escalonamiento.

Por ejemplo, la instalación de engranaje puede presentar una multiplicación en función de la velocidad de rotación de la primera instalación de rotor.

Por ejemplo, el dispositivo de accionamiento se puede liberar también a través de un motor eléctrico, que puede ser accionado a través de la corriente eléctrica.

Por ejemplo, la corriente eléctrica puede ser generada por medio de la fuerza de accionamiento, es decir, que el motor eléctrico puede ser accionado, por ejemplo, a través de corriente de generador.

Por ejemplo, el motor eléctrico puede presentar un regulador y puede ofrecer una relación de multiplicación variable.

La multiplicación puede ser en este caso una función de una velocidad real de la corriente de ataque del viento o bien de la intensidad del viento.

El segundo cuerpo de rotación puede estar accionado con una velocidad circunferencial, que está aproximadamente entre 0,5 y 4 veces la velocidad de ataque de la corriente de la primera instalación de rotor.

La primera instalación de rotor puede presentar una velocidad circunferencial que es aproximadamente el 50 % de la velocidad de la corriente de ataque del viento.

La relación de rotación entre la primera y la segunda instalación de rotor está, por ejemplo, aproximadamente entre 1:2 y 1:8, de manera que las direcciones de giro se extienden en sentido opuesto, como ya se ha mencionado.

La relación de la velocidad de la corriente de ataque del rotor de fuerza eólica / velocidad circunferencial de la primera instalación de rotor / velocidad circunferencial del segundo cuerpo de rotación es aproximadamente 0,5 / 1 / 1 a 4, de manera que también aquí los sentidos de giro de las dos instalaciones de rotor se extienden en sentido opuesto, como ya se ha mencionado. La velocidad circunferencial se refiere en este caso a la velocidad circunferencial en la zona del diámetro máximo.

De acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención, el dispositivo de accionamiento está instalado para hacer girar el segundo cuerpo de rotación opcionalmente también en la primera dirección de rotación.

En este caso, el cuerpo de rotación se gira en la misma dirección que las palas del rotor. Esto se puede emplear, por ejemplo, a velocidades demasiado alta del viento como una especie de acción de frenado, puesto que a través de la rotación en el mismo sentido se empeora esencialmente el rendimiento, o bien la eficiencia, en oposición a la rotación en sentido contrario de acuerdo con la invención del primero y del segundo cuerpo de rotación, en el que, como se ha representado anteriormente, tiene lugar una mejora de la eficiencia o bien un aprovechamiento mejorado de la energía eólica.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, está prevista una instalación de energía eólica, un rotor para la conversión del movimiento del viento en un movimiento giratorio, un generador para la conversión de la energía de movimiento del movimiento giratorio en energía eléctrica; y un dispositivo de engranaje para el acoplamiento del rotor en el generador para la transmisión el movimiento giratorio en el generador. El rotor es en este caso un rotor de energía eólica de acuerdo con una de las forma de realización y ejemplos o bien aspectos descritos anteriormente.

El eje del rotor puede estar dispuesto, por ejemplo, vertical u horizontal, o también inclinado.

El rotor puede estar alineado en este caso con relación a la dirección de ataque de la circulación.

Por ejemplo, la instalación de energía eólica presenta una construcción de soporte, en la que están retenidos el rotor de energía eólica, el dispositivo de engranaje y el generador.

La construcción de soporte puede estar amarrada, por ejemplo, en un cimiento en el suelo, o también puede estar amarrada en una estructura constructiva, por ejemplo en una construcción, como por ejemplo un edificio o una construcción de puente.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, también está prevista la utilización de un rotor de energía eólica

de acuerdo con una de las formas de realización, ejemplos y aspectos mencionadas anteriormente en una instalación de energía eólica.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención está previsto un método para la conversión de energía eólica en energía de accionamiento para la generación de corriente eléctrica, que comprende las siguientes etapas:

a) rotación de una primera instalación de rotor alrededor de un primer eje de rotación en una primera dirección de rotación a través de fuerza eólica, en el que la primera instalación de rotación presenta al menos dos palas de rotor, que se mueven sobre una trayectoria circunferencial alrededor del primer eje de rotación, en el que las palas del rotor están dispuestas de tal forma que durante la rotación alrededor del primer eje de rotación describen una primera superficie envolvente virtual de un primer cuerpo de rotación virtual;

b) rotación de una segunda instalación de rotor alrededor de un segundo eje de rotación en una segunda dirección de rotación, que está opuesta a la primera dirección de rotación, por un dispositivo de accionamiento, en el que la segunda instalación de rotación presenta un segundo cuerpo de rotación con una segunda superficie envolvente cerrada y en el que el segundo cuerpo de rotación está dispuesto, al menos parcialmente, dentro de primer cuarto de rotación virtual; en el que la segunda instalación de rotación provoca una desviación de una circulación del aire provocada por el viento entro de la primera instalación de rotor sobre el lado alejado del viento en contra de la primera dirección de rotación; y

c) accionamiento de un generador de corriente a través de la primera instalación de rotor.

Hay que indicar que de acuerdo con la invención, además de la generación de corriente eléctrica, la energía de accionamiento, que se obtiene o bien se convierte a partir de la energía eólica, se puede emplear también para otros fines de trabajo.

De acuerdo con un aspecto de la invención, está prevista una combinación de dos instalaciones de rotor diferentes, a saber, un llamado primer rotor parcial con pala de rotor, combinado con un segundo cuerpo de rotación configurado como cuerpo cerrado, en el que el cuerpo de rotación cerrado colocado en el interior lo mismo que el primer rotor está expuesto a la corriente de ataque del viento, pero solamente el primer rotor, a saber, las palas del rotor, es accionado por el viento propiamente dicho. En oposición a ello, el segundo rotor, es decir, el segundo cuerpo de rotación, es accionado para la alimentación de una energía de accionamiento. Ésta se puede obtener, por ejemplo, a partir de la propia energía eólica. El accionamiento se realiza en este caso de acuerdo con la invención en contra de la dirección de rotación de las palas el rotor, que son accionada por el viento. La rotación en sentido opuesto provoca en este caso una desviación de la corriente del aire, que circula a través del rotor de energía eólica, es decir, de la circulación del aire, que circula entre las palas del rotor a través de la instalación de rotor o bien en este caso desplazan en movimiento también las palas del rotor, siendo provocada en las palas del rotor unas fuerzas de sustentación o bien fuerza de avance (de acuerdo con la disposición). A través de la desviación por medio del segundo cuerpo de rotación se provoca una circulación del aire más favorable con respecto a las palas del rotor, de manera que proporciona un aprovechamiento mejorado de la energía eólica con respecto a la generación de fuerzas de accionamiento.

Hay que indicar que las características de los ejemplos de realización y de los aspectos de los dispositivos se aplican también para formas de realización del procedimiento así como la utilización del dispositivo y a la inversa. Además, se pueden combinar libremente entre sí también aquellas características, en las que esto no se menciona explícitamente.

A continuación se explican en detalle ejemplos de realización de la invención con la ayuda de los dibujos adjuntos. En este caso:

La figura 1 muestra una primera forma de realización ejemplar de un rotor de energía eólica de acuerdo con la presente invención, en la que la figura 1A muestra una primera dirección de la visión, y la figura 1B muestra una segunda dirección de la visión que se extiende transversalmente a ella.

La figura 2A muestra otro ejemplo de realización de un rotor de energía eólica de acuerdo con la presente invención.

La figura 2B muestra una instalación de rotor sin una segunda instalación de rotor de acuerdo con la invención.

La figura 2C muestra otra forma de realización de un rotor de fuerza eólica de acuerdo con la presente invención.

La figura 3 muestra una representación esquemática de otras características de un ejemplo de un rotor de energía eólica de acuerdo con la presente invención.

La figura 4 muestra un esbozo en perspectiva de otro ejemplo de realización de un rotor de energía eólica de acuerdo con la presente invención.

La figura 5 muestra otra representación en perspectiva de otro ejemplo de realización de un rotor de energía eólica

de acuerdo con la presente invención.

La figura 6 muestra otro ejemplo de realización de un rotor de energía eólica de acuerdo con la presente invención.

La figura 7 muestra otro ejemplo de realización de un rotor de energía eólica con un dispositivo para el desplazamiento de ejes de rotación de acuerdo con la presente invención.

La figura 8 muestra otro ejemplo de realización con ejes de rotación desplazados de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 9A a 9B muestran ejemplos de realización de una pala de rotor en la sección transversal de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 10A a 10B muestran ejemplos de realización de un segundo cuerpo de rotor de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 11A a 11C muestran ejemplos de realización para primeras instalaciones de rotor con al menos dos palas de rotor de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 12A a 12C muestran otros ejemplos de realización para rotores de energía eólica de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 13A a 13C muestran otros ejemplos de realización para un segundo cuerpo de rotación de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 14A a 14B muestran otros ejemplos de realización para un segundo cuerpo de rotación de acuerdo con la presente invención.

La figura 15 muestra otro ejemplo de realización para un rotor de energía eólica de acuerdo con la presente invención.

La figura 16 muestra un ejemplo de realización para una instalación de energía eólica de la presente invención; y

La figura 17 muestra un ejemplo de realización para un método para la conversión de energía eólica en energía de accionamiento de acuerdo con la presente invención.

La figura 1 muestra un rotor de energía eólica 10 con una primera instalación de rotor 12 y una segunda instalación de rotor 14. La primera instalación de rotor 12 se gira alrededor de un primer eje de rotación 16 y presenta al menos dos palas de rotor 18, que se mueven sobre una trayectoria circunferencial 20 alrededor del primer eje de rotación 16.

Las palas del rotor están dispuestas en este caso de tal forma que durante la rotación alrededor del primer eje de rotación describen una primera superficie envolvente virtual 22 de un primer cuerpo de rotación virtual 24, como se puede reconocer esto mejor en la figura 4.

La segunda instalación de rotación 14 se gira alrededor de un segundo eje de rotación 26 y presenta un segundo cuerpo de rotación 28 con una segunda superficie envolvente cerrada 30, que se puede reconocer mejor de la misma manera en la figura 4. El segundo cuerpo de rotación 28 está dispuesto, al menos parcialmente, dentro del primer cuerpo de rotación virtual 24.

La primera instalación de rotor puede ser accionada a través del viento en una primera dirección de rotación 32, siendo explicado esto en detalle, por ejemplo, con la ayuda de la figura 2A. La segunda instalación de rotor presenta un dispositivo de accionamiento 34 (ver la figura 1B) y puede ser accionada en una segunda dirección de rotación 36, que se extiende opuesta a la primera dirección de rotación 32.

La figura 1B muestra el rotor de energía eólica 10 en una representación o bien en una vista que se extiende transversalmente a la figura 1A.

Como se muestra en la figura 2A, la segunda instalación de rotor 14 está instalada para provocar una desviación de una circulación del aire provocada a través del viento dentro de la primera instalación de rotor 12 sobre el lado alejado del viento en contra de la primera dirección de rotación 32. La circulación del aire provocada por el viento se indica por medio de tres flechas 38 fuera de la primera instalación de rotor 12 así como por tres flechas 40 que se extienden dentro de la primera instalación de rotor, que ilustran la desviación en su desarrollo por medio de una modificación de la dirección 42.

El lado alejado del ciento se indica en la figura 2A con el signo de referencia 44.

Por lo tanto, en llamada zona trasera, es decir, sobre el lado a sotavento, se proporciona una circulación del aire que

se desvía de la dirección principal del viento y, por lo tanto, de la circulación principal del viento, que repercute favorablemente sobre las palas del rotor, puesto que la circulación desviada del aire se opone, por decirlo así, a las palas del rotor, para atacar las palas del rotor de tal manera que se genera allí una fuerza de avance adicional.

En la figura 2B se representan los vectores de fuerza provocados a través de la actuación del viento cuando un rotor esta parado, no estando indicada en la figura 2B ninguna segunda instalación de rotor 14, como está prevista en la invención. En las palas del rotor 18 se representan cualitativamente las fuerzas de resistencia del aire W respectivas provocadas por el viento y el avance o bien fuerzas de accionamiento A provocadas en virtud de la circulación del aire a lo largo de las palas de rotor con flechas correspondientes de diferente longitud.

Las fuerza generadas de acuerdo con la invención o bien los vectores de fuerza se representan en la figura 2C por medio de vectores representados para cuatro palas de rotor 18a, 18b, 18c y 18d. En la representación se tiene en cuenta el efecto-Magnus, que es provocado por la rotación del segundo cuerpo de rotación.

Con la ayuda de los vectores de fuerza para la cuarta pala de rotor 18d se muestra que en la variante mostrada en la figura 2B sin la segunda instalación de rotor 14 se generan fuerza esencialmente más reducidas que en la figura 2C, es decir, que se realiza un aprovechamiento empeorado de la energía eólica.

En este lugar se indica que la primera instalación de rotación 12 puede presentar, además de las dos palas de rotor mostrada en la mayoría de las figuras, también tres, cuatro o más palas de rotor, pero esto no se representa en detalle.

De acuerdo con un ejemplo de realización mostrado en la figura 3, entre la segunda superficie envolvente 30 y las palas de rotor rotatorias 18 está prevista en dirección axial una distancia 46, que es, por ejemplo de 1 a 2 veces una profundidad de perfil 48 de una pala de rotor 18. La profundidad del perfil designa en este caso la dilatación de la pala de rotor en la dirección de rotación. Las palas de rotor están dispuestas a lo largo de una línea circular 50 alrededor del primer eje de rotación 16, de manera que el círculo 50 presenta un diámetro 52, que es de 5 a 8 veces la profundidad del perfil 48 de una pala de rotor. De acuerdo con otro ejemplo de realización mostrado en la figura 4, el primer eje de rotación 16 es un primer eje de rotación vertical 16_V y el segundo eje de rotación 26 en un segundo eje de rotación vertical 26_V.

El concepto “vertical” se refiere al estado montado, lo que se indica de forma esquemática en un rayado de fondo o bien rayado de base 54.

Las características pueden estar previstas también individualmente y se pueden combinar en cada caso también con otros valores.

Como se muestra en la figura 5, el primer eje de rotación 16 puede estar configurado como un primer eje de rotación horizontal 16_H, y el segundo eje de rotación 26 puede estar configurado como un segundo eje de rotación horizontal 26_H.

El primero y el segundo eje de rotación 16, 26 pueden estar dispuestos concéntricamente, como se representa en las figuras 1 a 5. De acuerdo con otro ejemplo de realización, que se muestra en la figura 6, el primero y el segundo eje de rotación 16, 26 se pueden extender también desplazados uno con respecto al otro, de manera que el segundo cuerpo de rotación 28 está dispuesto durante la rotación alrededor del segundo eje de rotación 26 dentro de una trayectoria de movimiento 56 de las palas del rotor 18.

El desplazamiento puede ser regulable, por ejemplo, por medio de un dispositivo de ajuste 58, como se indica en la figura 7.

Mientras que la figura 7 muestra un desplazamiento paralelo de los dos ejes de rotación 16, 26, por medio de la instalación de regulación 58 se puede ajustar un desarrollo inclinado del segundo eje de rotación 26 con relación al primer eje de rotación 16, como se indica en la figura 8.

Las palas de rotor pueden presentar una sección transversal simétrica, por ejemplo una sección transversal simétrica de la aletas 60, como se muestra en la figuras 9A en una sección para un fragmento.

La figura 9B muestra una forma de realización, en la que las palas del rotor 18 presentan una sección transversal de la aleta 62 con una curvatura.

Hay que indicar que la primera instalación de rotor 12 puede estar configurada con diferentes palas de rotor o bien con diferentes formas de la sección transversal de las palas de rotor 18.

Las palas de rotor 18 pueden estar configuradas independientemente de su forma de la sección transversal con un perfil continuo, como se muestra esto en la figura 10A en una vista fragmentaria en perspectiva.

Pero las palas de rotor 18 pueden estar divididas también en segmentos de palas de rotor 64, y pueden estar

configuradas diferentes sobre toda la longitud, como se muestra esto en la figura 10B.

Como se representa especialmente en las figuras 10A y 10B, respectivamente, el segundo cuerpo de rotor 28 puede estar configurado con una forma continua o bien uniforme, como se muestra en la figura 10A o de la misma manera puede estar dividido en segmentos 66, como se muestra en la figura 10B.

Hay que indicar que las característica mencionadas se pueden combinar también de diferentes maneras, en particular se puede combinar una pala de rotor continua con un segundo cuerpo de rotación segmentado 28, y una pala de rotor segmentada 18 con un segundo cuerpo de rotación continuo 28, es decir, que la segmentación no está limitada a las variantes de realización mostradas en combinación con el otro rotor respectivo.

Las palas del rotor 18 pueden estar dispuestas en sus dos extremos 68 más cerca del eje de rotación 16 que en una zona 70 entre los dos extremos 68, de manera que las palas de rotor se proyectan, por ejemplo, en forma de arco hacia fuera, como se muestra esto en la figura 11A.

De manera alternativa a ello, las palas de rotor 18 se extienden paralelas al primer eje de rotación 16 (ver la figura 11B) y pueden estar configuradas especialmente como rotor-Darrieus-H 71.

Las palas del rotor 18 pueden estar configuradas, como se muestra en la figura 11c, también dobladas en forma de espiral.

Las figuras 12A a 12C muestran diferentes ejemplos de realización para la relación entre el segundo cuerpo de rotación 28 y el primer cuerpo de rotación virtual 24, que se representa para mayor sencillez en las figuras 12A a 12C como líneas circunferenciales de trazos. En la zona izquierda de las figuras se muestra, respectivamente, un esbozo esquemático y en la zona derecha de las mismas se muestra una vista simplificada.

En este lugar se indica explícitamente que para todas las figuras mostradas y los ejemplos de realización descritos pude estar previsto que los ejes horizontales se extiendan horizontales, verticales o inclinados, aunque en las figuras se representa una disposición vertical del eje con relación a la orientación de la pala. Con otras palabras, las características descritas en cada caso se refieren a las relaciones entre sí y de esta manera no forman todavía ninguna relación con la vertical u horizontal, a no ser que esto se mencione explícitamente en la descripción o se deduzca de las figuras, por ejemplo a través de un rayado de fondo.

El segundo cuerpo de rotación 28 puede estar dispuesto totalmente dentro del primer cuerpo de rotación virtual 24 (figura 12A). El segundo cuerpo de rotación 28 se puede proyectar parcialmente en dirección axial desde el primer cuerpo de rotación virtual, como se representa en la figura 12B para una proyección en un extremo frontal, mientras que la figura 12C muestra una variante, en la que el segundo cuerpo de rotación 28 se proyecta en ambos extremos frontales más allá del primer cuerpo de rotación virtual 24.

La proyección en los lados frontales el cuerpo de rotación virtual no es problemática por principio, puesto que allí no tiene lugar ningún movimiento de las palas del rotor, dado que éstas solamente se mueven en la zona de la superficie envolvente virtual, es decir, dentro de ella. En este modo de consideración, permanecen totalmente fuera de consideración reflexiones constructivas, como, por ejemplo, las palas de rotor pueden ser mantenidas de forma giratoria en el primer eje de rotación 16. Cuando el segundo cuerpo de rotación se proyecta más allá del primer cuerpo de rotación virtual, no se puede realizar en estas zonas, naturalmente, ninguna fijación directa, sino que deben estar previstos cojinetes de otro tipo u otra posibilidades de fijación.

Como ya se ha representado varias veces, el segundo cuerpo de rotación 28 puede presentar una sección transversal de forma circular constante sobre el segundo eje de rotación 26 y puede formar un cilindro 74 (ver, por ejemplo, la figura 10A).

El segundo cuerpo de rotación 28 puede estar configurado también como tronco de cono 76 (ver la figura 13A). El segundo cuerpo de rotación 28 puede presentar también diámetros diferentes a lo largo del segundo eje de rotación 26, por ejemplo partiendo desde un diámetro reducido con un diámetro que se incrementa constantemente, que se reduce de nuevo a continuación, como se muestra esquemáticamente esto en la figura 13B. Por ejemplo, el segundo cuerpo de rotación 28 se puede configurar con un contorno hiperbólico 78.

Como ya se ha indicado en la figura 10B, el segundo cuerpo de rotación 28 puede estar dividido también en segmentos 66, que pueden estar combinados para configurar formas generales complejas 80 correspondientes. Los segmentos son en este caso siempre simétricos rotatorios.

Los segmentos pueden estar unidos entre sí en este caso y pueden ser accionados de manera correspondiente con la misma velocidad, o también pueden ser accionados con diferente rapidez, cuando no están conectados entre sí de forma rígida contra giro (no se representa en detalle).

El segundo cuerpo de rotación 28 puede presentar en la zona de su primero y/o segundo extremo un disco extremo 82 que se proyecta más allá de la segunda superficie envolvente 30, como se muestra esto especialmente en la

figura 14A.

El segundo cuerpo de rotación 28 puede presentar también una pluralidad de discos 84, que están dispuestos entre los dos extremos, de manera que los discos 84 presentan un diámetro mayor que los segmentos vecinos de la superficie envolvente.

En la figura 14B se muestran varios discos 84 de este tipo junto con dos discos extremos 82, debiendo indicarse, sin embargo, que ni el número mostrado de los discos ni la combinación con los discos extremos es una condición previa obligatoria, sino que más bien los discos 84 se pueden utilizar también sin los discos extremos 82.

La figura 15 muestra una vista en perspectiva una instalación de engranaje 86 dispuesta en la representación debajo del segundo cuerpo de rotación 28, que pertenece al dispositivo de accionamiento 34. La instalación de engranaje está prevista entre la primera instalación de rotor 12 y la segunda instalación de rotor 14, de manera que la instalación de engranaje 86 provoca, además de la inversión ya mencionada de la dirección de rotación, una multiplicación de la velocidad de rotación.

Por ejemplo, la relación de multiplicación de la instalación de engranaje 86 puede ser variable.

De acuerdo con otro ejemplo, la instalación de engranaje 86 presenta una multiplicación que depende de la velocidad de rotación de la primera instalación de rotor 12, como se puede realizar, por ejemplo, en función de una velocidad real de la corriente de ataque del viento o bien de la intensidad del viento.

Para impedir en el caso de velocidades demasiado altas del viento una rotación demasiado rápida de la primera instalación de rotor 12, el dispositivo de accionamiento 34 o bien la instalación de engranaje 86 pueden estar instalados de tal forma que el segundo cuerpo de rotación 28 puede ser accionado también en la primera dirección de rotación 32, es decir, en contra de la segunda dirección de rotación 36, lo que se indica en la figura 15 por medio de una flecha de trazos 87, que se extiende en contra de la segunda dirección de rotación. En el caso de una rotación en sentido contrario de este tipo de las dos instalaciones de rotor 12, 14 se invierte la eficiente deseada propiamente dicha, es decir, que se reduce claramente el rendimiento también frente a una variante sin la segunda instalación de engranaje. Con otras palabras, la rotación en sentido contrario provoca un frenado de la primera instalación de rotor 12.

De acuerdo con la invención, además, está prevista una instalación de energía eólica 88, que se muestra de forma esquemática en la figura 16. La instalación de energía eólica 88 presenta un rotor 90 para la conversión del movimiento del viento, indicado con tres flechas 92, en un movimiento giratorio, estando representado el movimiento giratorio de forma esquemática con la primera flecha de rotación 94.

Además, la instalación de energía eólica 88 presenta un generador 96 para la conversión de la energía de movimiento del movimiento giratorio en energía eléctrica.

Además, está previsto un dispositivo de engranaje 98 para el acoplamiento del rotor en el generador 96 para la transmisión del movimiento giratorio en el generador 96. El generador 96 genera finalmente energía eléctrica, lo que se representa por medio de un símbolo 99 correspondiente. De acuerdo con la invención, el dispositivo de engranaje puede estar acoplado también con un dispositivo de trabajo (no se muestra en detalle) o el rotor está acoplado directamente con un dispositivo de trabajo, que presenta de nuevo una especie de engranaje. En lugar de proporcionar energía eléctrica, con la ayuda de la energía eólica se puede realizar un trabajo, como por ejemplo, bombeo, etc.

Hay que indicar que las conexiones individuales entre los grupos de construcción individuales en la figura 16 se representan, evidentemente, solo de forma esquemática, y no se realizan indicaciones de ninguna clase sobre la configuración constructiva real. En particular, los componentes individuales de la instalación de energía eólica 88 pueden estar realizados también integralmente.

De acuerdo con la presente invención está previsto también un procedimiento 110 para la conversión de energía eólica en energía de accionamiento para la generación de corriente eléctrica, que se representa de forma esquemática en la figura 17. El procedimiento 110 comprende las siguientes etapas:

- En una primera etapa de rotación 112 se hace girar una primera instalación de rotor alrededor de un primer eje de rotación en una primera dirección de rotación a través de energía eólica, presentando la primera instalación de rotor al meo dos palas de rotor, que se mueven sobre una trayectoria circunferencial alrededor del primer eje de rotación, estando dispuestas las palas del rotor de tal forma que describen durante la rotación alrededor del primer eje de rotación una primera superficie envolvente virtual de un primer cuerpo de rotación virtual.

- En una segunda etapa de rotación 114 se hace girar una segunda instalación de rotor alrededor de un segundo eje de rotación en una segunda dirección de rotación, en el que la segunda dirección de rotación

es opuesta a la primera dirección de rotación, y la rotación se realiza a través de un dispositivo de accionamiento, en el que la segunda instalación de rotor presenta un segundo cuerpo de rotación con una segunda superficie envolvente cerrada, y en el que el segundo cuerpo de rotación está dispuesto, al menos parcialmente, dentro del primer cuerpo de rotación virtual. La segunda instalación de rotor realiza en este caso una desviación 118 de una circulación del aire provocada por el viento dentro de la primera instalación de rotor sobre el lado alejado del viento en contra de la primera dirección de rotación.

- En una etapa de accionamiento 116 se acciona finalmente un generador de corriente a través de la primera instalación de rotor.

En lugar del accionamiento del generador puede estar previsto un accionamiento de un dispositivo de trabajo.

El primer proceso de rotación 112 se designa también como etapa a), el segundo proceso de rotación 114 como etapa b) y el proceso de accionamiento o bien etapa de accionamiento 118 como etapa c).

Los ejemplos de realización descritos anteriormente se pueden combinar de diferentes maneras. En particular, también aspectos del procedimiento se pueden utilizar para formas de realización de los dispositivos así como utilización de los dispositivos y a la inversa.

Para completar, hay que indicar que “comprende” no excluye otros elementos o etapas, y “una” o “uno” no excluye una pluralidad. Además, hay que indicar que características o etapas, que han sido descrita con referencia a uno de los ejemplos de realización o aspectos anteriores, se pueden utilizar también en combinación con otras características o etapas de otros ejemplos de realización o etapas descritos anteriores. Los signos de referencia en las reivindicaciones no deben considerarse como limitación.

REIVINDICACIONES

1.- Rotor de energía eólica (10), con
- una primera instalación de rotor (12); y
- una segunda instalación de rotor (14);

en el que la primera instalación de rotor gira alrededor de un primer eje de rotación (16) y presenta al menos dos palas de rotor (18), que se mueven sobre una trayectoria circunferencial (20) alrededor del primer eje de rotación;

en el que las palas del rotor están dispuestas de tal forma que durante la rotación alrededor del primer eje de rotación describen una primera superficie envolvente virtual (22) de un primer cuerpo de rotación virtual (24);

en el que la segunda instalación de rotor gira alrededor de un segundo eje de rotación (26) y presenta un segundo cuerpo de rotación (28) con una segunda superficie envolvente cerrada (30), en el que el segundo cuerpo de rotación está dispuesto, al menos parcialmente, dentro del primer cuerpo de rotación virtual; y

en el que la primera instalación de rotor puede ser accionada a través del viento en una primera dirección de rotación (32) para la conversión de la energía eólica en una fuerza de accionamiento, y la segunda instalación de rotor presenta un dispositivo de accionamiento (34), caracterizado por que la segunda instalación de rotor puede ser accionada en una segunda dirección de rotación (36), que se extiende opuesta a la primera dirección de rotación.

2.- Rotor de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la segunda instalación de rotor está instalada para provocar una desviación (42) de una circulación del aire provocada a través del viento dentro de la primera instalación de rotor sobre el lado (44) alejado del viento en contra de la primera dirección de rotación.

3.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer eje de rotación es un primer eje de rotación vertical (16_V) y el segundo eje de rotación es un segundo eje de rotación vertical (26_V).

4.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el primer eje de rotación es un primer eje de rotación horizontal (16_H) y el segundo eje de rotación es un segundo eje de rotación horizontal (26_H).

5.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la primera instalación de rotor presenta un rotor-Darrieus (71).

6.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que las palas del rotor están dispuestas en sus dos extremos, por ejemplo en el extremo superior y en el extremo inferior, más cerca del eje de rotación que en la zona entre los dos extremos, de manera que las palas del rotor se proyectan en forma de arco hacia fuera.

7.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que las palas del rotor se extienden paralelas al primer eje de rotación.

8.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo cuerpo de rotación está dispuesto totalmente dentro del primer cuerpo de rotación virtual.

9.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo cuerpo de rotación presenta diámetros diferentes a lo largo del segundo eje de rotación.

10.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de accionamiento presenta una instalación de engranaje (86) entre la primera instalación de rotor y la segunda instalación de rotor, en el que la instalación de engranaje provoca, además de la inversión de la dirección de rotación una multiplicación de la velocidad de rotación.

11.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el dispositivo de accionamiento presenta un motor eléctrico, que puede ser accionado a través de corriente eléctrica.

12.- Rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de accionamiento está instalado para hacer girar el segundo cuerpo de rotación opcionalmente también en la misma dirección de rotación.

13.- Instalación de energía eólica (88), que presenta:
- un rotor (90) para la conversión del movimiento del viento en un movimiento giratorio;
- un generador (96) para la conversión de la energía de movimiento del movimiento giratorio en energía eléctrica; y
- un dispositivo de engranaje (98) para el acoplamiento del rotor en el generador para la transmisión el movimiento giratorio en el generador;

en el que el rotor es un rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

14.- Utilización de un rotor de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12 en una instalación de energía eólica.

15.- Método (110) para la conversión de energía eólica en energía de accionamiento para la generación de corriente eléctrica, que comprende las siguientes etapas:

a) rotación (112) de una primera instalación de rotor alrededor de un primer eje de rotación en una primera dirección de rotación a través de fuerza eólica, en el que la primera instalación de rotación presenta al menos dos palas de rotor, que se mueven sobre una trayectoria circunferencial alrededor del primer eje de rotación, en el que las palas del rotor están dispuestas de tal forma que durante la rotación alrededor del primer eje de rotación describen una primera superficie envolvente virtual de un primer cuerpo de rotación virtual; caracterizado por la

b) rotación (114) de una segunda instalación de rotor alrededor de un segundo eje de rotación en una segunda dirección de rotación, que está opuesta a la primera dirección de rotación, por un dispositivo de accionamiento; en el que la segunda instalación de rotación presenta un segundo cuerpo de rotación con una segunda superficie envolvente cerrada, en el que el segundo cuerpo de rotación está dispuesto, al menos parcialmente, dentro de primer cuarto de rotación virtual;

en el que la segunda instalación de rotación provoca una desviación (116) de una circulación del aire provocada por el viento entro de la primera instalación de rotor sobre el lado alejado del viento en contra de la primera dirección de rotación; y

c) accionamiento (118) de un generador de corriente a través de la primera instalación de rotor.

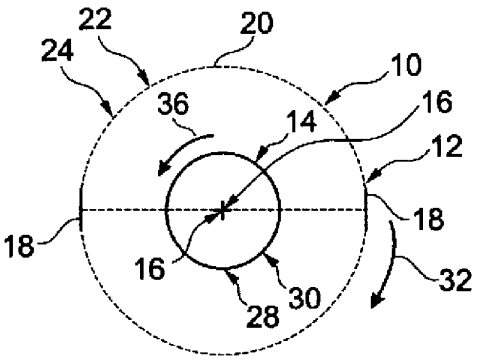

Fig. 1a

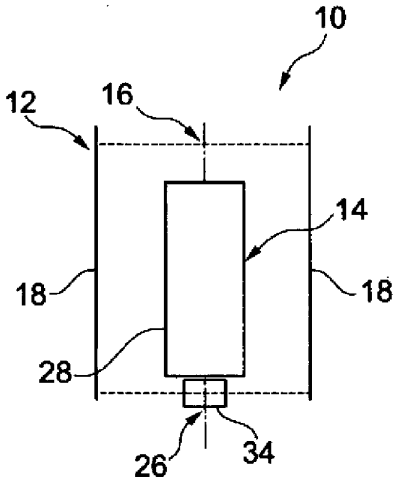

Fig. 1b

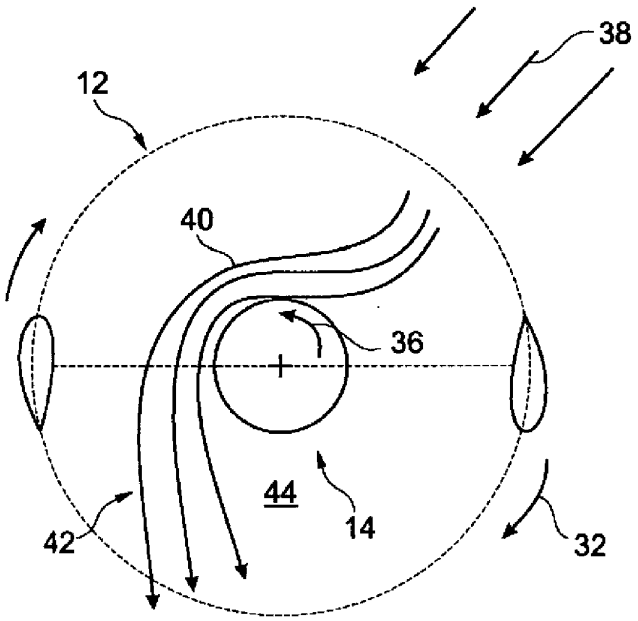

Fig. 2a

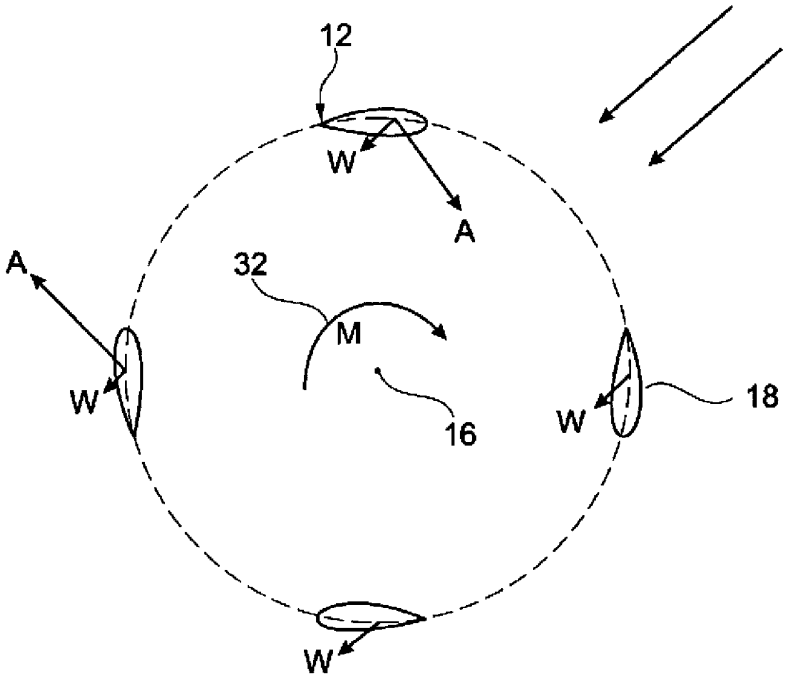
12
W
A
32
M
A
W
16
W
18
W

Fig. 2b

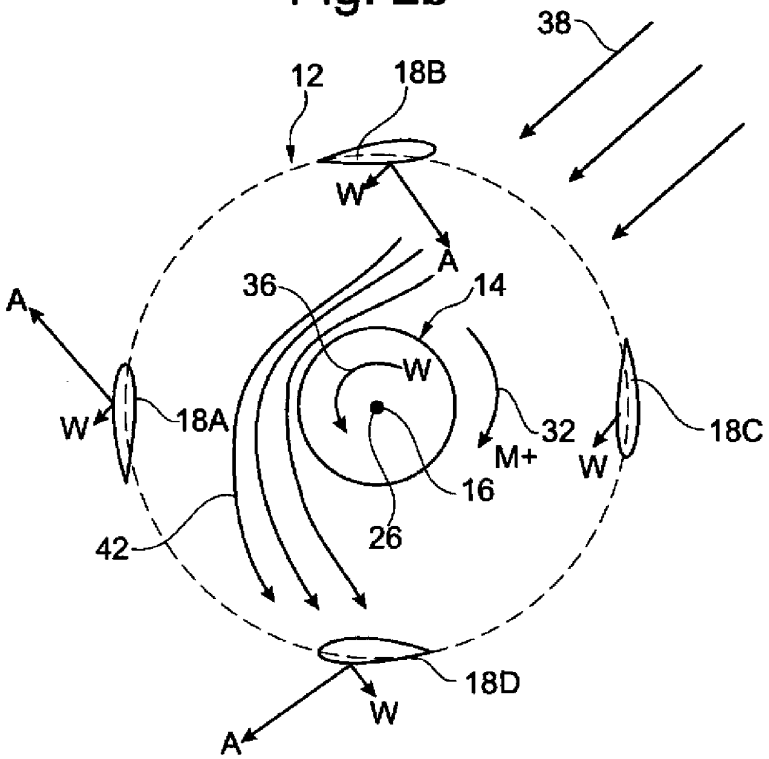
38
12
18B
W
A
36
14
A
W
W
18A
32
M+
18C
W
16
26
42
18D
W
A

Fig. 2c

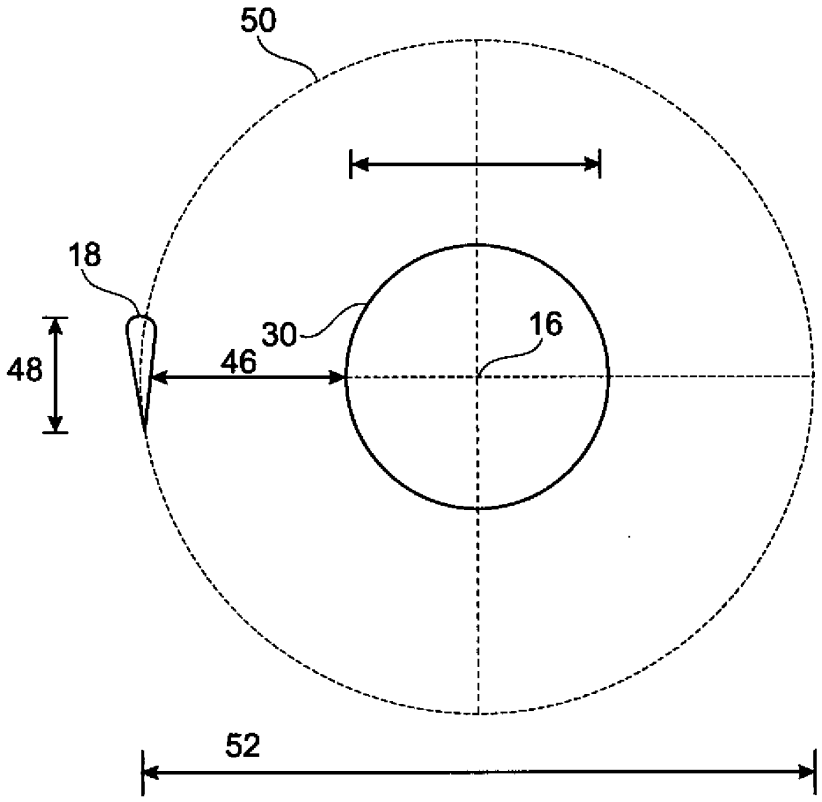

Fig. 3

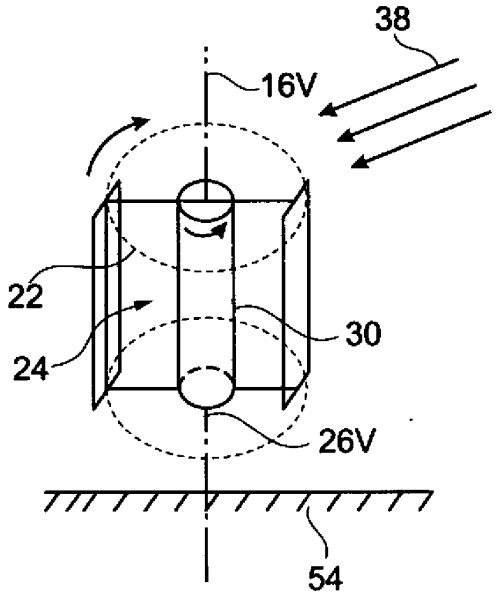

Fig. 4

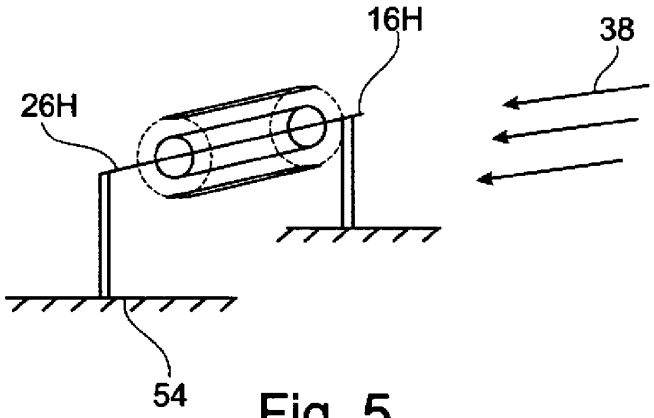

Fig. 5

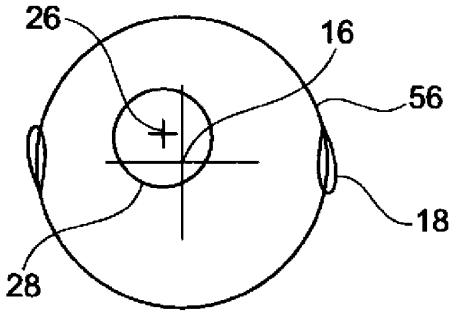

Fig. 6

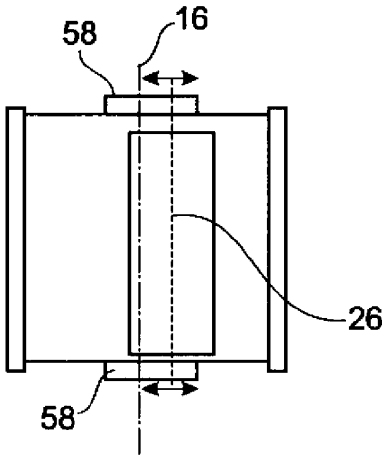

Fig. 7

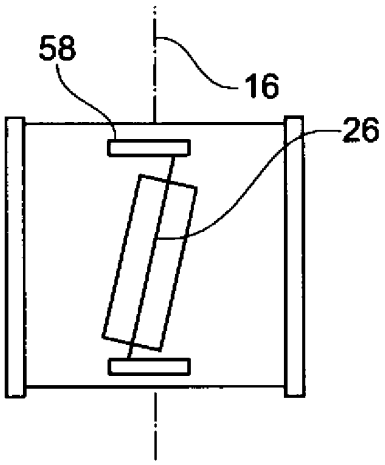

Fig. 8

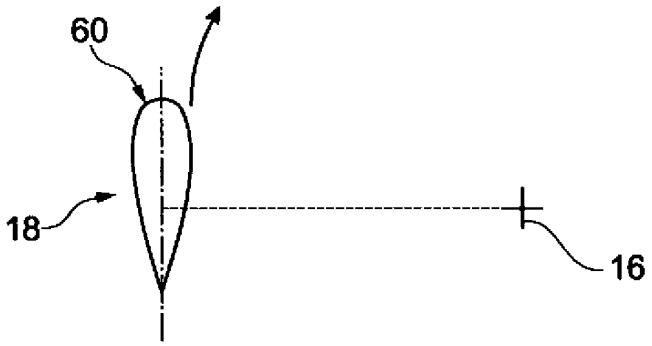

Fig. 9a

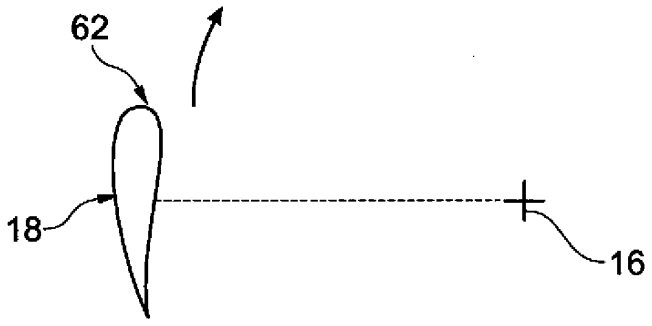

Fig. 9b

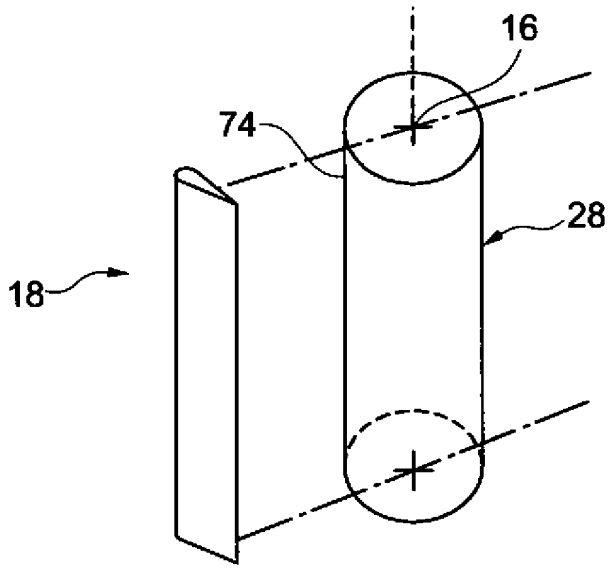

Fig. 10a

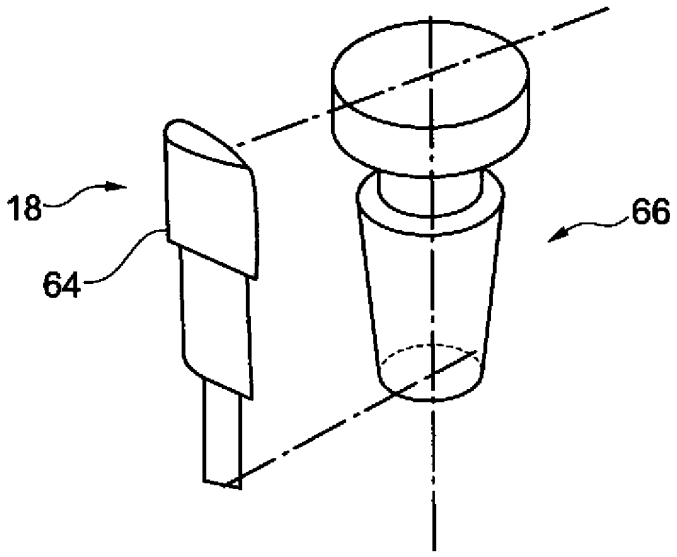

Fig. 10b

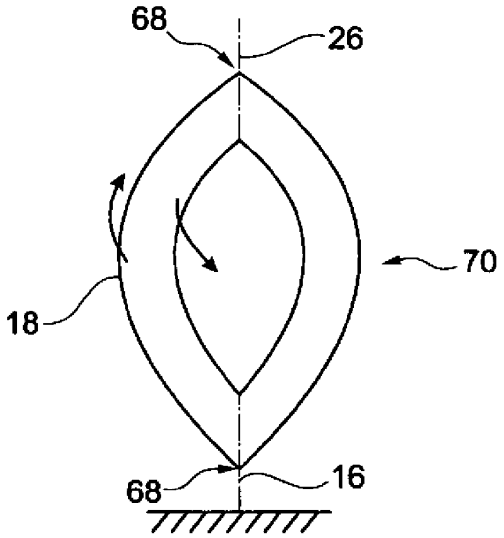

Fig. 11a

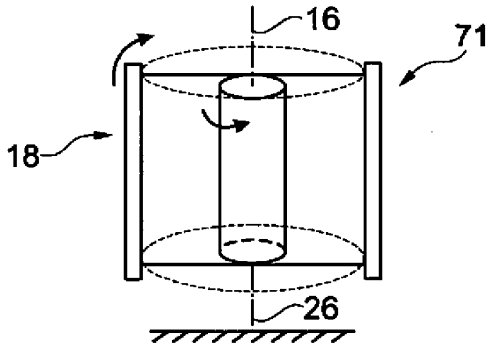

Fig. 11b

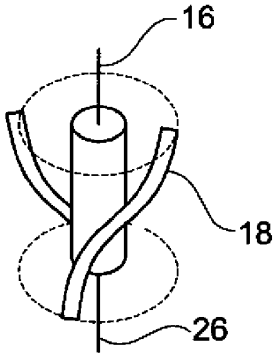

Fig. 11c

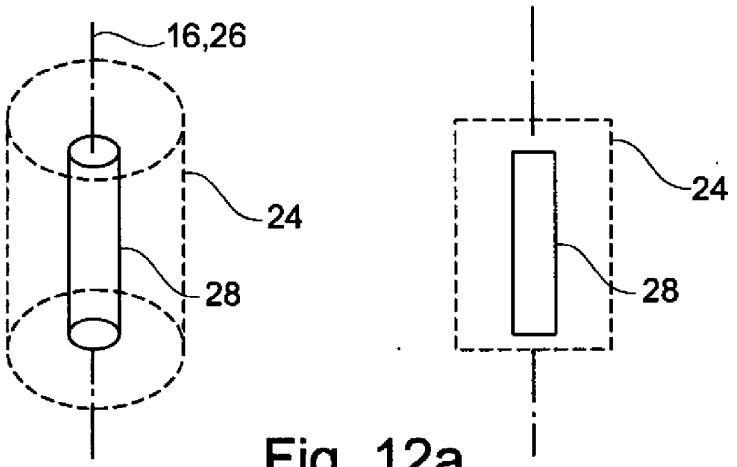

Fig. 12a

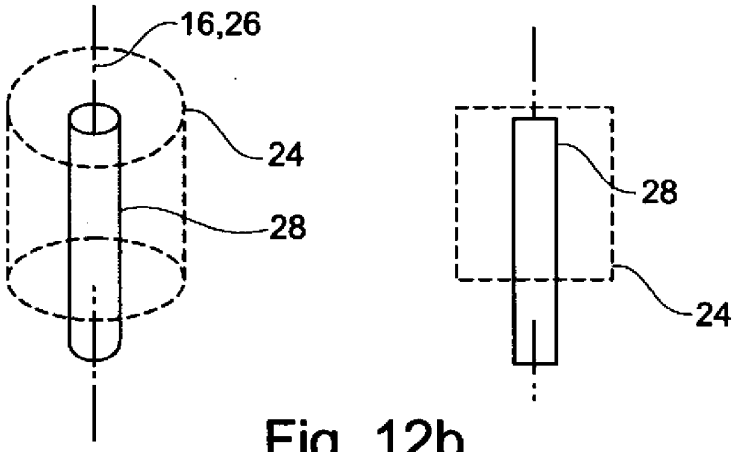

Fig. 12b

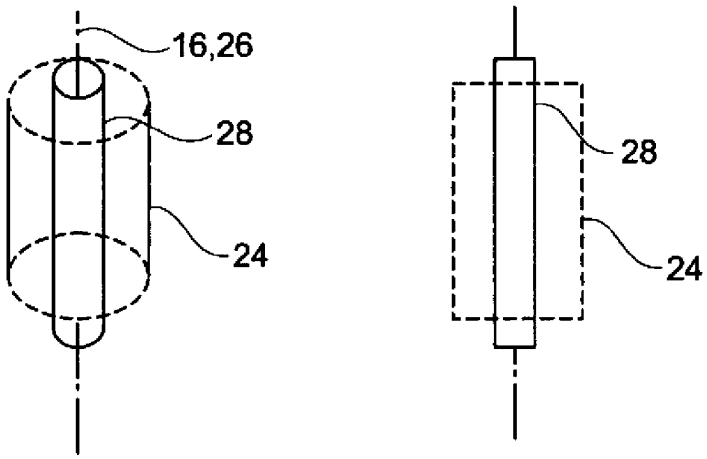

Fig. 12c

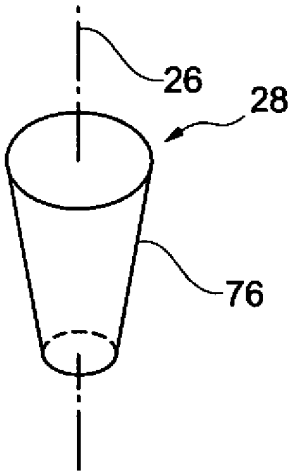

Fig. 13a

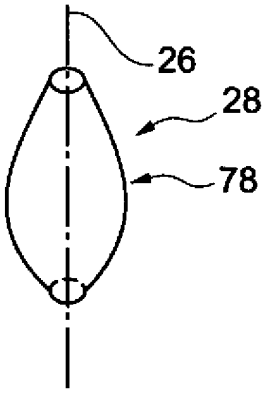

Fig. 13b

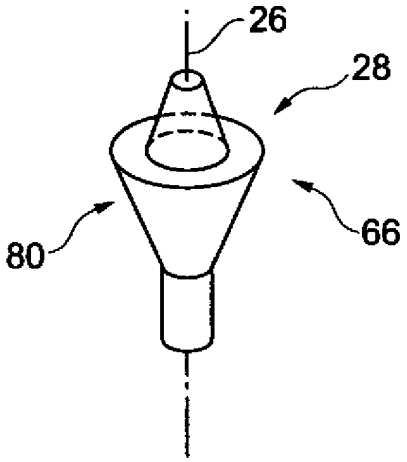

Fig. 13c

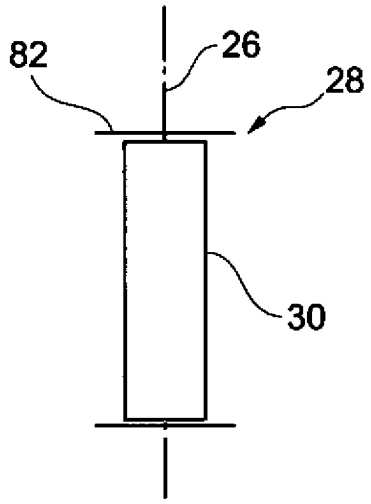

Fig. 14a

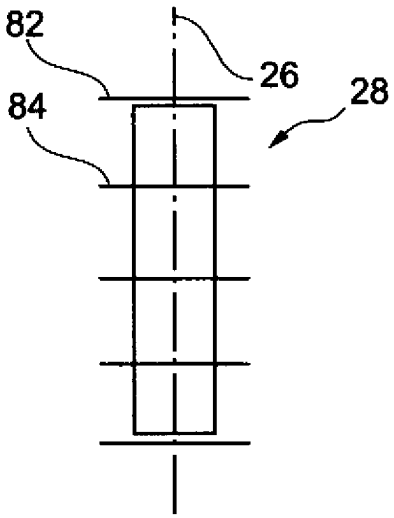

Fig. 14b

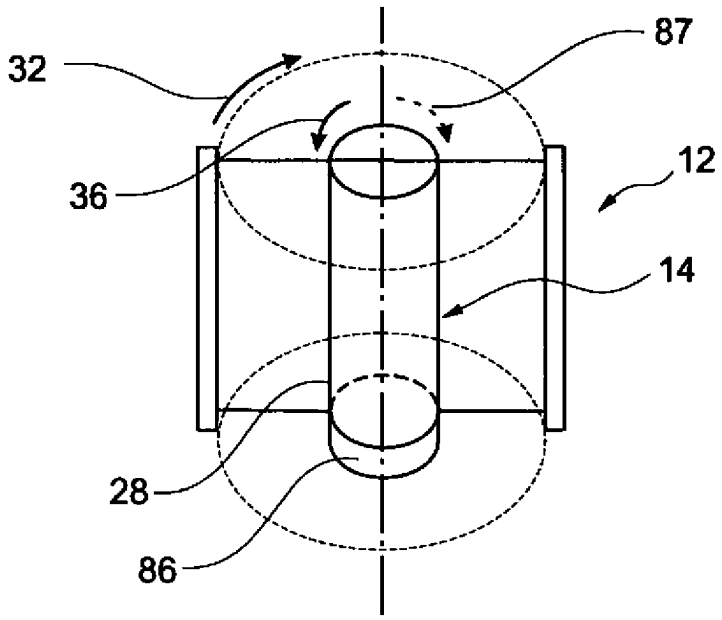

Fig. 15

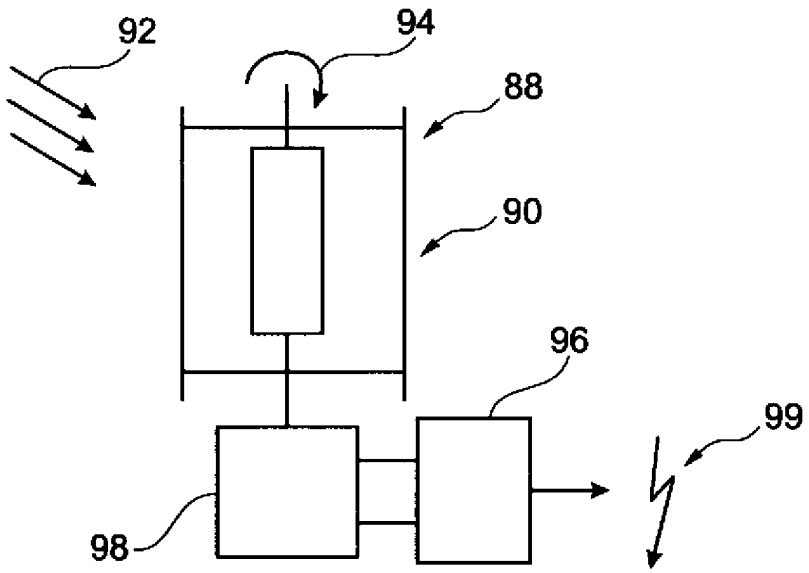

Fig. 16

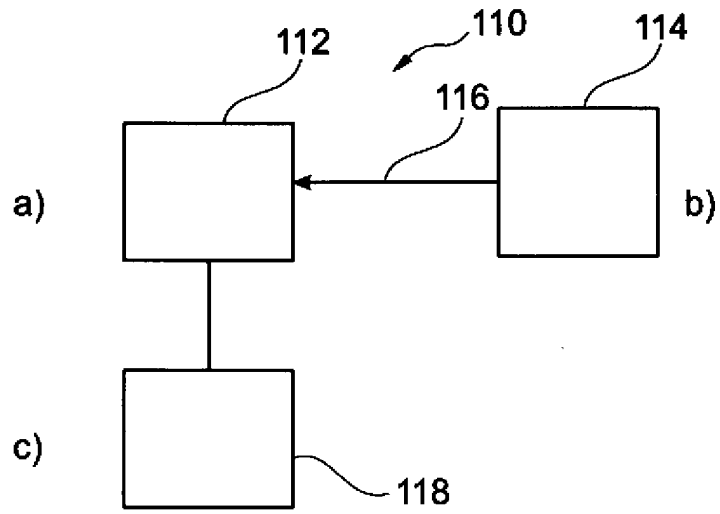

Fig. 17